独立行政法人水産総合研究センター研究開発情報

遠洋 リサーチ & トピックス 2号

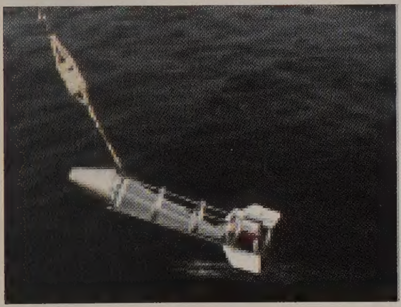
2006 No. 2 ISSN 1880-9103

ENYO Research & Topics









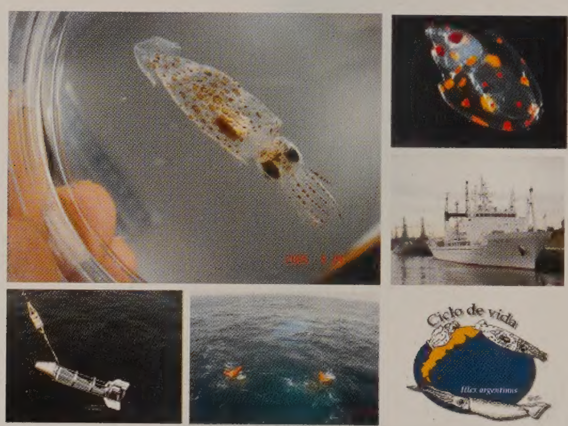




編集 遠洋水産研究所

独立行政法人
水産総合研究センター

目　　次
Contents



表紙写真解説

説　明:

2005 年日ア共同マツイカ資源調査の写真(本号Topics参照)
左上から本調査の主目的である『外套長 3cm ほどのマツイカの若齢個体』
右上小『船上生まれのマツイカの人工ふ化稚仔』
右中小『マル·デル·プラタ市の海軍基地に停泊した開洋丸』
左下小『高速曳き Nackthai プランクトンネット』
中下小『定量性若齢イカ用表中層 LC ネット』
左下小『開洋丸 2005 マツイカ調査の公式ロゴ』(浅野·酒井)

地球の裏側で日ア共同マツイカ資源調査を終えて
2005 年開洋丸による若齢イカ調査の概要

酒井光夫

1. はじめに：マツイカ資源は枯渇してしまうのか？

この日ア共同調査は、減少したアルゼンチンマツイカ（以下マツイカ）資源の加入の実態を把握したいというアルゼンチン政府からの要請を受け、水産庁が調査船開洋丸を用いてアルゼンチン国立水産調査開発研究所 INIDEP とともに実施したものであり、私は調査計画の立案から、結果のとりまとめまで全般にわたって参画した。

マツイカはかつて 100 万トンを超える漁獲量を揚げ世界最大のイカ資源といわれた。しかし、2000 年を境に漁獲量は減少の道をたどり、2004 年には 15 万トンとなり（図 1）、ついに資源は枯渇するのではないかと懸念された。資源悪化の原因は“乱獲”とも“環境変動”とも言われるが、その影響を受けたのは日本だけでなく沿岸国のアルゼンチンやフォークランドでもあった。

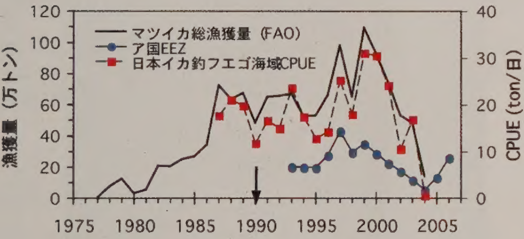


図 1. マツイカの漁獲量と CPUE の変遷

2. 開洋丸、いざ大西洋アルゼンチンへ

開洋丸は 2005 年 8 月に晴海埠頭を出航し、順調な船旅で南太平洋タヒチのパペーテへ寄港する。私はここで乗り込んだ。タヒチからの船旅も“ふりそそぐ太陽をデッキに受けて一路大西洋へ”の予定（はず）であった。だが、港を出た直後から大時化となり、「一体、誰が乗って来た！」という声が･･･。天気図には南極に近いホーン岬の大きな低気圧がいやでも目につく。まだこの先には “魔のドレーク海峡”が待っているというのに。



図 2. 夕暮れの穏やかなホーン岬と魔のドレーク海峡?

しかし、ホーン岬に近付く頃にはあれだけ何日も荒れていた天候は奇跡的にも無風状態となる（図 2）。これがあのドレーク海峡か！？　全員が甲板に出て記念撮影が始まった。夕方には大西洋に入り、いよいよもって開洋丸は鏡のようなべた凪の水面を真北に進路をとる。「乗ってきたのは俺だよ！」。私にとっては 6 年ぶりの南西大西洋である。

開洋丸は穏やかなアルゼンチンの陸棚上を北上し、9 月 12 日早朝に大西洋に面したマル・デル・プラタにアルゼンチン海軍軍楽隊の歓迎マーチを受けながらの入港となった（図 3）。TV 局や新聞社のインタビューも受け、アルゼンチン側の期待の大きさがうかがわれた。



図 3. 開洋丸はアルゼンチン海軍楽隊の入港歓迎を受ける

3. 共同調査の要請を受けるべきか否か？

水産庁から調査計画立案への協力を要請されたが、研究者仲間からは、「わざわざ開洋丸を出して若齢マツイカは採れるのか？」、「イカが採れなかったら科学調査のデータもとれないじゃないの！？」、「逆に、翌年の入漁にも悪影響するのでは？」等々、様々な意見も。

調査決定に対して十分な議論を尽くすほどの事前情報も時間もなかった。確実な情報は、前年の資源水準と漁獲は壊滅的であったことのみ。難しい作業であったが “やるしかない”と覚悟をする。

調査目的はマツイカ資源の中でも最も重要な南パタゴニア系群（秋冬生まれ群）を主体に、以下の項目に絞られた。

1) 陸棚と斜面および外洋域での若齢イカの分布と量、および海洋環境との関連

2) 成長、回遊及び摂餌生態に関する知見の収集

3) 繁殖生態と初期生態

4) その他の頭足類と魚類の分布と生態

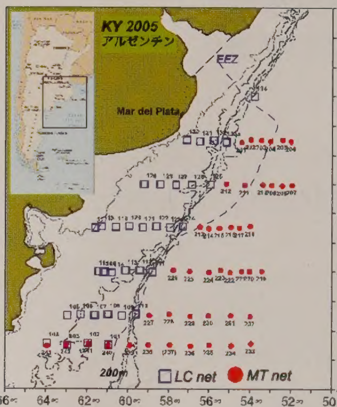


図 4. 調査定点（□陸棚域を中心とした LC ネット、●は外洋域を中心とした MT ネット）

4. 調査開始、果たしてマツイカは採れるか？

今回の調査の原型とも言える調査が 1989 年に旧開洋丸によって実施されている。この時もアルゼンチンとの共同調査として行われ、現外洋資源部長の川原さんが指揮を執った。そして、その後のマツイカ研究の発展に寄与する大きな成果を得ている。

レグ1では、広大で水深が 50-200m と浅いアルゼンチン大陸棚とその斜面の海域（図 4）を中心に、浅い海域でも表中層曳きができるように小型の新型定量トロール網『ニチモウ LC ネット（LC-100m2-R）』（図 5）を用いた。この LC ネットは

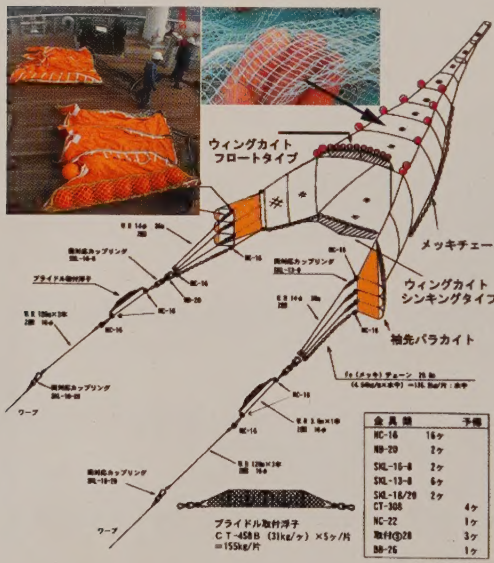


図 5. 若齢イカ用ニチモウ LC ネット LC-100m2-R 展開図（カイト部とモジ網の写真）

小型の若齢イカを採集するために開発され、若齢イカ資源を対象としての初の試みであった（図 6 および表紙写真）。この網は、オッターを用いず 3 種のカイト（パラカイト、フロート・ウィングカイト、シンキング・ウィングカイト）によって 2-3 ノットで網口が高さ 10m、幅が 10mに開くように設計されており、網地は防弾チョッキにも用いられる耐久性の高いハイテク先端素材“ダイニーマ”のモジ網（目合約 6mm）で構成されている。

一方、レグ 2 は水深が 1000m以上の外洋域（図 4）を中心としたため、大型の表中層トロール（ニチモウ NST-660-SR）を用いた。この網は、5 ノットで袖先間隔幅 50m、網口高さ約 30 mとなるように設計されている。

まず、開始早々の最も南の定点の Sta.1 で行った LC ネット

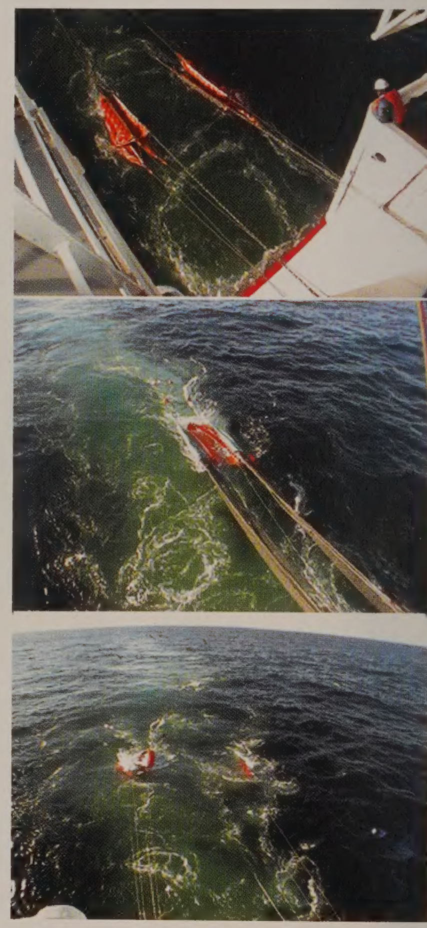


図 6. LC ネット投網（上：スリップウエー通過、中：カイト展開前、下：カイト展開開始）。カイトが完全に展開して網口が開いた状態のものは表紙の写真）

曳きで、若齢マツイカが採集された。この時ほどホッとしたことはない。「こんな網（ニチモウさん、失礼）で果たして獲れるの？」というのが大半の意見であり、私も同様でした。その後も、全ての定点で若齢マツイカは捕獲され、若齢マツイカはアルゼンチンの陸棚から 200m 等深線の陸棚斜面まで広く分布していることがわかった（図 7）。また、途中の定点ではたく

さんのタイセイヨウマアジやアンチョビーも生きた状態で捕獲された。これまで別の調査船でLCネットを経験した開洋丸調査課の人もこれほどよく獲れる網とは思わなかった、と驚いていた。

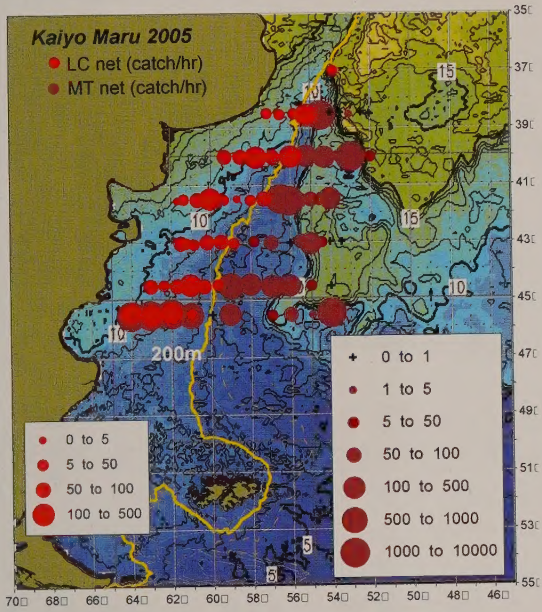


図 7. 若齢イカの分布と量、および海面温度分布。●LC ネットおよび●表中層トロール MT ネット(曳網 1 時間あたりの採集個体数。網のサイズなどの補正はしていない)

しかし、全てがうまく行くとは限らない。最後の北の定点では暖水塊上に出現した大量のクラゲの"襲撃!?"をうけ、LCネットは大破してしまった。揚網前に表層にたくさん出現したクラゲに注意を受けてはいたが・・・。この大破の"おかげ"でレグ2は自ずと大型の表中層トロールに切り替えざるを得なくなった。

外洋域におけるレグ2の調査については、アルゼンチン側からの強い要望ではなかった。調査域に選定したこの海域は、南からの冷たいマルビナス海流(フォークランド海流)と北からの暖かいブラジル海流とがぶつかって、大きな暖水塊の渦を形成する場所である(図7、南緯37-46度/西経50-56度)。前回の旧開洋丸調査(1989年)ではこの海域から若齢マツイカは全く採集されていなかった。しかし、やや素性の怪しいロシアの調査では、フロント域で密に獲れるとの報告がある。この情報を手がかりに、INMARSAT経由で入手する毎日の衛星データSST分布図を眺めながら、水温フロント中心に東西に横切る定点を日毎に設定した。

この結果、外洋域の暖水塊の中心域には若齢マツイカは分布しないが、暖水塊と冷水塊のフロント域にはかなりの密度で分布することが明らかになった(図7)。さらに、表面水温10℃以下のマルビナス海流の直上にも分布し、陸棚域とはほぼ連続的に若齢イカが分布することもわかった(図8)。若齢イカは表面水温で7-10℃のかなり低い水温帯に分布していた。

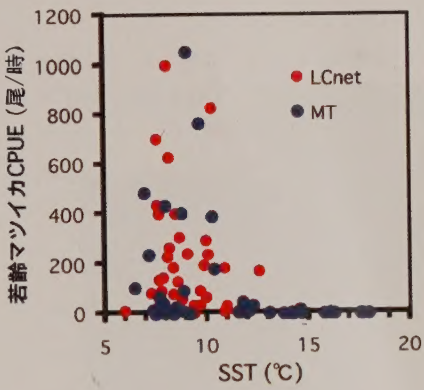


図 8. 若齢マツイカの分布水温

以上より、マツイカの加入機構として、北の産卵場から陸棚上にそって南下して陸棚全域に拡散すること。また一方で、北の産卵場から外洋域に形成される暖水塊にトラップされる形で南下し、暖水塊と冷水塊とのフロント域からも陸棚に向かって順次移入する。そして、最終的にはマルビナス海流を突っ切る形で陸棚へ補給されるのではないかと示唆された。そうであれば、外洋に分布する若齢マツイカは暖水塊の形成や規模など海洋環境に大きく依存するのではないかと考えることができる。

5. 翌年の資源水準を占う

この調査で明らかになったことは、2005年の春の若齢マツイカの加入時期には、1)陸棚上から陸棚斜面まで広く分布、2)外洋に形成された暖水塊渦のフロント域に集中して分布していたことである。しかし、この事実だけでは翌年漁期の予想や資源水準の増減については何も語ってくれない。唯一の手がかりは1989年に行われた旧開洋丸での若齢マツイカ調査結果(図9)との比較である。

1989年の調査では、大陸棚上に若齢イカが広く分布していることが示された。しかし、陸棚縁辺に向かって密度が減少し、南からの寒流"マルビナス海流"上やその東の暖水塊張り出し域では全く採集されなかった。中層トロールの規模や曳網方法に若干の違いはあるものの、調査時期や調査海域はほぼ同様であることから、1989年と2005年との若齢マツイカの分布様式の違いは明瞭で、両年の若齢マツイカに量的な差が大きいことを示唆する。

調査終了時点で行ったアルゼンチン側との打ち合わせでも、2005年の若齢マツイカは分布と量の面で1989年次を上回る

ものとの意見が一致した。さらに、翌年(2006 年)漁期の資源水準に関しても、少なくとも 1990 年(1989 年の若齢イカが漁業加入)の資源水準を上回るはずである、との暫定的結論も得た。その根拠となるのは 1990 年の総漁獲量と日本漁船の CPUE レベル(図 1↓印)であった。

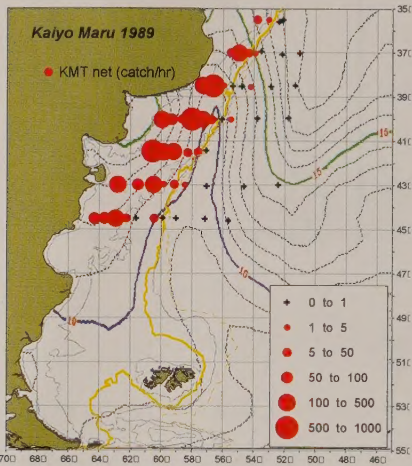


図 9. 1989 年の旧開洋丸調査による若齢マツイカ分布と量、および海面温度分布

6. 調査を終えて

終了時には INIDEP のあるマル・デル・プラタ市の海軍基地に戻る予定であった。しかし、入港日から同市でブッシュ米大統領も出席する米州サミットが開催されることから、急きょ 400km 北の首都ブエノスアイレス港に変更した。マル・デル・プラタでは、米国ブッシュ大統領を迎え、マラドーナが率いる反ブッシュのデモ隊も加わりに大いに荒れ、そのニュースは世界中を駆けめぐった。幸い、ブエノスアイレス港へは問題なく入港し、アルゼンチン農牧水産庁漁業副庁ニエト長官も来船し調査の労をねぎらってくれた。調査で若齢マツイカが多量に獲れたこと、そして来年の資源回復の可能性を示唆した報告ができた。後に聞いたことであるが、ア国は 12 月の日ア漁業交渉を前に日本船の入漁許可を出したとのことである。水産庁の某担当官をして「奇跡的だ！」と言わしめたそうだ。

7. あとがき:大型いか釣業の行く末

実は本調査の原案は、今から 5 年前に INIDEP の研究仲間と"加入水準の早期予測のための若齢イカ調査計画"として作成していたものであった。計画の種は 5 年前に蒔かれていた。しかし、その後、入漁制度が厳しくなって日本漁業も衰退し始め、共同調査の話もしだいに消えていった。追い打ちをかけるように資源の悪化が進行した矢先の 2004 年の暮れであった。水産庁から「ア国から開洋丸調査の要請が来た」との一報に驚きつつ、要請書にあるスペイン語の調査計画を一読した。かつて蒔いた種が今になって芽を出したのか、と複雑な気持ちであった。

幸い、翌年 2006 年の漁期は豊漁で始まり豊漁で終わった。



全ての調査を終えた開洋丸の甲板にて

アルゼンチン、英国フォークランド政府も資源回復を宣言した。開洋丸による若齢マツイカ加入調査の予想は当たったわけだ。しかし、日本の大型いか釣り漁業の現状を見ると、喜んではいられない。かつては 100 隻を超える船を送り込んでいた日本のいか釣り漁船団も、経営の悪化によって 10 隻を割りそうだ。まさに「水産学栄えて漁業滅びる」の事態にある。遠洋漁業の縮図を見た感がある。

最後に、本調査を通じて航海中に大変にお世話になった土井船長をはじめ開洋丸の乗組員の方々、在ア日本大使館の城崎書記官、後方支援を頂いた水産庁および遠洋水研、また献身的に働いてくれた 4 名の補助調査員らにお礼を申し上げたい。

(外洋資源部　外洋いか研究室)

水研センター交付金プロジェクト研究
「大型海洋動物の衛星追跡とその技術開発」

岩﨑俊秀

1. 背景

筆者らは、平成 15～17 年度の 3 ヵ年にわたって標記の研究を実施させていただいた。前号の表紙ならびに巻頭記事はそうした研究活動の成果の一部であるが、編集者からの強い要請に応えてその概要をここに示し、記録として残す。

当初、混獲生物研究室の松永浩昌主任研究官（現主任研究員）と私が別々に計画を提案していたが、審査された方々の助言により、標記のタイトルの下に一本化された。これによって鯨類 3 課題（15 年度当初、次年度から 2 課題に）、ジンベエザメ 1 課題の合計 4 課題からなるプロジェクトとして採択された。しかも、国立極地研究所の内藤靖彦先生（現バイオロギング研究所代表）、東海大学海洋学部の田中彰先生、京都大学大学院の荒井修亮先生といったこの分野の専門家が評価委員を務めることを快諾して下さった。

このプロジェクト採択の背景には、海外の優秀な機器が使えるようになり、行動追跡で成果が挙がりつつあること、国内の資源管理にも行動データの必要性が高まっていたことなどがあったことを指摘できよう。

また、キタオットセイの衛星追跡のエキスパートでもある馬場徳寿研究開発官（現西海区水研事業推進部長）が課題審査する立場に居られ、的確な批判を得られたことも我々にとっては幸運だったと考えられる。

2. 各課題

採択された 4 課題は、①装着システムの基本設計検討（主担当：岩﨑、15 年度）②いるか類用標識装着器具の実用化試験（主担当：岩﨑、15～17 年度）、③大型鯨類用標識装着器具の洋上試験（主担当：鯨類生態研究室木白俊哉主任研究員、15～17 年度）、④希少大型サメ類の回遊追跡試験（主担当：松永氏、15～17 年度）であった。

課題内容を簡単に説明する。①のみは特異な課題であった。その目的は、鯨類を開発モデルとして、対象種と装着の場に応じた衛星標識装着器具と装着方法を検討し、長期追跡が可能となりそうな系を実験から選択することであった。具体的には、突きん棒を基にしてスジイルカを対象とした洋上装着器具を開発し、ハンドウイルカ用衛星標識装着装置を改良して飼育下で装置の与えるストレスを検討した。また大型鯨類については、発射装着系を検討し、ツチクジラ用に空気銃を用いた系を、またニタリクジラ用に突きん棒を用いた系を製作して試みた。その結果、より良い装着系のヒントを得られたので予定通り課題を終了し、個別の開発は②、③に引き継いだ。



図 1 ハンドウイルカに装着した ARGOS 標識。
（撮影：岩﨑 俊秀）

②の課題は、①によって検討された装着技術を実地に試験し、これを通じて小型鯨類（ハンドウイルカ、スジイルカ）の移動の概要を解明することを目的としていた。具体的には、和歌山県太地に追い込まれたハンドウイルカの背鰭にARGOS標識を装着し、陸岸から放流して追跡し、遊泳中のスジイルカにPop-up Archival Transmitting Tag（以下、PATタグ。本誌1号巻頭記事もご参照ください。）を装着し、それぞれ行動を追跡した。





図2 （上）ARGOS標識を付けて泳ぐニタリクジラ。（下）ツチクジラに向かって飛ぶデータロガー
（撮影上写真：木白 俊哉 下写真：南川 真吾）

③の課題は、大型鯨類への衛星標識等の装着技術を開発し、その実用性を野外調査によって実証すると同時に生態知見を得ることを目的としていた。具体的には突きん棒を諦め、空気銃を用いてニタリクジラに衛星標識を、ツチクジラにはデータロガーを装着し、それぞれ行動を追跡した。



図3 ジンベエザメへの標識装着
(撮影:松永 浩昌)

④の課題は、ジンベエザメの秋から冬にかけての未知の回遊・生態を明らかにすることを目的としていた。ジンベエザメは春から夏にかけて沿岸の定置網に入網することが多いのでこうした個体にARGOS標識とPATタグを装着して行動を追跡した。また、曳航式のARGOS標識を埋込む浮体の形状や大きさを決めるために、水槽実験を行った。

3. 各課題の成果

①の課題は上記のように方向性を決める役割があったので割愛させていただく。②のハンドウイルカについての取り組みでは、米国 Telonics 社製 ARGOS 標識にポリウレタン製ベースプレートを接着して使用した。これによって太地に来遊した個体が黒潮の沖合まで出ることが確認され、ごく沿岸性の系群である可能性は排除された。

さらに、PAT タグを用いてスジイルカとオキゴンドウの潜水時系列データを得た。このことからスジイルカは日中は 30m 以浅、夜間に 100m 以深の潜水を繰り返すこと、夜間の最大深度は 705m に達することが明らかになった。一方オキゴンドウの昼夜のパターンは逆で、しかも潜航速度が 8m/s とずば抜けて速いことが示された。これらのデータは食性と併せて漁業との競合の有無を検討するのに貢献しそうである。③の課題ではニタリクジラについて最長 40 日間の地理的移動の追跡に成功した。ツチクジラについては太平洋側ではほぼ海底と思われる最深 1,777m に達するが、日本海側の潜水パターンはまた別である可能性が示された。パターンの違いは海底水深及び食性の違いと併せて検討を進めている。また、ツチクジラは太平洋側で夏季に本州沿岸を北上するが、日本海側では夏の初めに北海道から南下する地理的移動が示された。

④の課題では、当初期待された3年以上(海外事例あり)の長期追跡は実現しなかった。しかし鹿児島県南部からジンベエザメを放流すると南進する個体が最も多く、必ずしも黒潮に乗って移動するのではないと考えられた。また遊泳水深はほぼ 20m 以浅で、水温帯のモードは 26-30℃であった。

4. プロジェクト終了後

平成 18 年 2 月、プロジェクト最終年度の推進会議において、荒井先生より大変光栄なオファーを受けた。平成 18 年 10 月に予定されていた第 2 回日本バイオロギング研究会シンポジウムに本プロジェクトの成果を発表するようにとのことであった。主な担当者である南川氏、木白氏、松永氏および筆者がそれぞれの成果を発表させていただいた。その内容は 3. の成果に紹介したもの。遠洋水研のウェブサイトでも本シンポジウムは事前に紹介されていた。

なお、筆者はシンポジウムの開巻劈頭に発表する栄誉に与かりながら、北海道広尾町でイシイルカの胃内容物を集める調査と重なったため、南川氏に代理発表を頼んだ。大変残念でもあり、主催者にも申し訳なく思った。

評価委員の先生方が最も懸念されたのは、資金の切れ目が、研究の終わりになることである。成果の一部は既に水産庁からの受託調査の中に活かされている。とはいえ失敗を恐れずに更なる技術開発を、と望むとやはり新しい研究資金が欲しい。日々の雑務に追われながら、次の資金源、願わくは外部資金を獲得する戦略を研究室内では話し合っている。こうなると交付金プロジェクトの有り難味が今頃になってボディブローのように遅効的に理解されてくる・・・。

5. おわりに

水研センター、遠洋水研さらに評価委員に優れた理解者を得られたこと、優秀な機器を得られたこと、担当者が内外で良好な連携関係を持てたことなど、比較的恵まれた条件でプロジェクト研究を実施することができた。これまで手にした技術を基にして大型海洋動物の資源管理に役立つ知見を得られる見込み・・・というとおりいっぺんの挨拶の他に最後に一言ぼやいておこう。「それにつけても金の欲しさよ」。

(外洋資源部 鯨類生態研究室)

参考資料

第 2 回日本バイオロギング研究会シンポジウム in 2006 「宇宙から観たクジラの水中生態」講演要旨集 53pp.

Stock Synthesis II、古くて新しい資源評価モデル

竹内幸夫

1. 今が旬の古くて新しい資源評価モデル

水産資源解析のモデルは、日進月歩という言葉がふさわしく、国際的な地域漁業機関等の科学委員会の会議に提出される論文(用紙の色からか grey literature と言われることが多い)で初めて使われ、陳腐化した頃、学術雑誌に掲載される論文になり、最終的に教科書に取り上げられることが多い。これは論文となった後に普及するという通常の科学技術とは異なる手順とも受け取れるが国際的な水産資源学の研究者にとっては通常のプロセスと言えるのである。なお、本来の科学の発展にとってはいわゆる論文として広く普及、引用されるようにすべきであるとは思うが、現実はこれと異なる状況であることをご理解願いたい。

チューニング VPA(本当は tuned VPA が正しいが)というと今では日本国内の水産資源解析をやっている人の間にもすっかりおなじみとなった感がある。その代表例である ADAPT VPA にしても、ADAPTive framework という言い回しで、ADAPT VPA を提唱した Gavaris の記念碑的論文(Gavaris 1988)は、カナダ国内の水産資源評価の会議の文書にすぎない。20 世紀末までの資源解析手法を網羅した百科事典あるいは教科書的な存在である Quinn and Deriso(1999)の中でも、ADAPT VPA に関する引用文献は会議に提出された論文ばかりであり学術雑誌に掲載された論文は一編も含まれていない。本稿で紹介する Stock Synthesis II も未だ学術論文にはなっていないが、米国国内や北太平洋、東部太平洋のかつお・まぐろの資源評価の現場ではすっかりポピュラーな"旬な"モデルである。

ところで II の付かない Stock Synthesis (Methot 1989,1990)について聞いたことがある方も多いかもしれない。Stock Synthesis は、いわゆる統合モデル(Integrated model, NRC 1998)と呼ばれる漁獲量の他に年齢や体長データ、成長のプロセスなど、さまざまな情報をまとめて尤度や最小二乗法の形の目的関数で解析するモデルのはしりである(因みに NRC 1998 では ADAPT VPA も統合モデルとして扱われているが一般には違うものとして捉えられているようである)。Quinn and Deriso の教科書でも 10 ページ以上を割いて、そのアルゴリズムを紹介している。和文でも平松(1996)で、簡単に触れられている。ちなみに 1996 年の平松氏の総説で最も紙面が割かれているのは ADAPT VPA であった。その 10 年後に書かれた同様の総説(平松 2006)では、紙面の半分以上が、Stock Synthesis と同じ統合モデルの一つである Multifan-CL(Hampton et al 1998)に割かれている。しかし ADAPT VPA はカナダと米国の東海岸の研究者により発展し現在も主流である資源評価モデルであり、この10年で必ずしも廃れたわけではない。

統合モデルの方はと言えば東海岸の研究者であった Doubleday(1976) に端を発するが、以後の発展は主に北米西海岸の研究者によってなされ(Fournier and Archivald 1982,Methot1989,1990, Deriso and Quinn II 1985)、豪州、ニュージーランドでも 1980 年代から現在まで主流の資源評価モデルである。遠洋水研のかつお・まぐろ研究者は、以前は大西洋のかつお・まぐろ国際漁業機関であるICCATの科学委員会に主に参加していた。それが最近では太平洋での新たな国際漁業機関の設立(WCPFC,ISC)もあり太平洋のかつお・まぐろ資源に関わる調査・研究の重要性が増しつつある(馬場 2006)。平松(1996)から平松(2006)の間の移り変わりはそれを反映していると言えなくも無い。

平松氏の 1996 年と 2006 年の二つの総説の間にはもう一編、米国沿岸資源の資源評価・資源管理手法に関する総説(平松 1998)がある。平松(1998)を読み返すとシアトルにある NMFS(National Marine Fisheries Service 米国海洋漁業局)のアラスカ水研の研究者が彼の所属する研究所でポピュラーな資源評価モデルは Stock Synthesis と AD Model builder (Otter Research 2001)であると答えたと書かれている。AD Model builder 自体は最適化ソフトに過ぎないので、それを使って作成されたモデルという意味であるが、ちょうどそれ以降、数々の水産資源解析の研究者を輩出し資源解析研究のメッカともなっている同じシアトルにあるワシントン大で資源解析を学ぶ学生の間で AD Model builder が早い時期に広まったこともあり AD Model builder は、米国の資源解析研究者の中では、モデルを構築する上で標準的なソフトウエアとなった。元々の Stock Synthesis は、Fortran77 を使って書かれていたが、AD Model builder の登場以降、Stock Synthesis に類したアルゴリズムのモデルを AD Model builder で書き直したモデルが色々見られた 例えば http://nft.nefsc.noaa.gov/ には AD Model builder で書かれたいくつかのモデルがある。こうして Stock Synthesis もいよいよ廃れたのかと思ったら AD Model builder を使って書き直され現在の Stock Synthesis II として再登場してきたのである。

2. Stock Synthesis II との出会い

筆者が Stock Synthesis II(以下 SS2 と略称)を初めて知ったのは、2004 年 11 月に全米熱帯まぐろ委員会(IATTC)が開催したまき網

の CPUE に関するワークショップ出席中のことであった。以前から親交のあった IATTC でかつお・まぐろの資源評価を主導している Mark Maunder(彼もワシントン大出身で、AD Model builder を広めた立役者の一人である)から、Stock Synthesis を AD Model builder で書き換えるプロジェクトがシアトルの NMFS 北西水産研究所の Richard Methot とワシントン大の Andre Punt を中心にして進行しており IATTC が行っている東部太平洋熱帯まぐろ(メバチ、キハダ等)の資源評価も Mark Maunder 自身が、精魂込めて作成した A-Scala (Maunder et al 2002)から SS2 に切り替えようと考えていると聞かされたときであった。それを聞かされたとき、ちょっと意外な気がしたものである。その頃に Maunder にもらった SS2 のソースコードを見てみると

preliminary working version for comment and testing

というコメントがつけられていた。翌 2005 年には preliminary という言葉もとれ米国西海岸における底魚資源の資源評価に用いられはじめた。2005 年 11 月には IATTC にて開催された資源評価モデルに関するワークショップに SS2 の作者である Methot も招かれ、SS2 に関する講演を行った。それが今年(2006 年)になると米国の西海岸の資源評価で少なくとも 15 系群の資源評価で SS2 が用いられた(Kevin Pinner, 米国 NMFS 南西水産研究所、私信 http://www.pcouncil.org/groundfish/gfsafe.html には米国西海岸の底魚の資源評価のレポートがまとめられているので参照のこと)。さらに SS2 が使われなかった資源についても SS2 の利用をレポートで勧告されているものが多くあった。かつお・まぐろについても不十分であるがいくつかエクササイズとも言うべき実際の資源評価への応用例が出てきた(Pinner et al 2006, Shono et al 2006)。また IATTC では、早ければ 2007 年の資源評価から SS2 に資源評価モデルを変更するかもしれない(Mark Maunder, IATTC, 私信)。

3. Stock Synthesis II (SS2)の概要

SS2 は、特に目新しい資源評価モデルとは言えない。モデルの大枠は、20 年以上前に遡る(Fournier and Archibald 1982)。体長組成データの利用にしろ Stock Synthesis でも既に行われていた。それでは、SS2 の目新しい点はどこにあるのだろうか？
SS2 の作者の Richard Methot は SS2 を紹介するプレゼンテーションの中で前身である Stock Synthesis の特徴について次のようにまとめている。

- 年齢・体長構造
- 年齢・体長選択率
- モデル内で成長式を推定
- 親子関係
- 初期年齢構造
- 複数の漁業・調査データがもてる
- 漁獲物の投棄・持ち帰りの区分
- 年齢査定の不正確さの考慮
- 環境変数の取り込み
- モデルの時間ステップとして年よりも細かいステップを利用可能

一方、欠点として

- 生残が体長に依存しないこと(年齢依存には出来る)
- 空間構造を持たないこと
- 計算速度が遅い
- パラメータの推定精度、分散の計算が難しいことをあげている。

その上で Stock Synthesis II の新機軸として、

- サイズ依存の死亡率
- 空間構造と回遊
- AD Model builder によりプログラムを書き直したこと

をあげた。この三つの新機軸は先代の Stock Synthesis の欠点に対する回答になっている。但し、最初の二つは、確かに新しい要素であるが、実際に利用される際はサイズ依存の死亡率を推定できるほどサイズデータが十分なかったり、標識放流再補データがモデルで扱えないことによるモデルの制約もあってかそれらを生かしたモデリングは、実際にはまだ見られない。いまのところ SS2 が前身の Stock Synthesis より優れているのは最後の AD Model builder で書き直したことにより計算速度が向上したこととパラメータの推定精度を計算できるようになったことだろう。AD Model builder は、自動微分(Automatic differentiation)の助けを借りて効率よく目的関数の最適化を行うのでそれで書かれた SS2 は計算速度が Stock Synthesis に比べると速い。分散や信頼区間などパラメータの推定誤差についても AD Model builder は、推定誤差を正規分布で近似するデルタ法及び最近、流行りの MCMC(Markov Chain Monte Carlo、パラメータの誤差分布に従う乱数を特殊な方法で生成して分散、その他の統計量を推定する手法)を使ってプログラミングの手間をそれほど要さずに自動で計算してくれる(SS2 ではこのほかにデータをシミュレーションでデータを多数発生させて誤差分布推定する手法であるパラメトリックなブートストラップもパラメータの推定誤差の計算に使用できる)。デルタ法は、尤度に正規分布を仮定した近似であり分散の推定なら利用価値があるが信頼区間については MCMC やブートストラップの方が望ましい。ところが SS2 の MCMC が収束するためには 1) MCMC でパラメータを発生させる。2) 発生させたパラメータについて目的関数を計算する。3) パラメータがある条件に合っているかをチェックして合っていれば記録し合わなければ、破棄して 1 に戻るという手順を数万回繰り返し、さらに記録したパラメータの中で数万組に一組だけ選び出す(残りは間引く)

(thinning と言われる)必要がある。信頼区間を推定するには数百個の有効な MCMC サンプルを得る必要があるが、そのためには最新の PC 一台では 10 数日は計算を続ける必要があり、せいぜい一週間しかない資源評価の会議の日程でデータや設定を様々に代えて結果を出すには実用上無理がある。パラメトリックなブートストラップにしても SS2 自体がやってくれるのはブートストラップの回数分のデータをこしらえてくれるだけなので、平均と分散を計算するには数百回、信頼区間まで計算するには数千回、別々の SS2 のインプットデータで計算を行い、ブートストラップの回数分の個数だけ出来たアウトプットファイルから必要な情報を読み取りまとめなければいけない。一個の計算が 20 分で終わるとしても一台の PC では結局数日から数十日かかる計算になる。そこで多数の PC で計算を分担して行わせること有効になってくる。Methot があげていない SS2 の利点をいくつか付け加えると、比較的良く整備されたユーザーマニュアルやモデルの説明の文書があること。シアトルを中心にして米国の西海岸では SS2 は様々な魚種の資源評価に用いられユーザーが多いことから、その利用法に関するワークショップが頻繁に開かれ情報が入りやすいこと等があげられる。米国の西海岸では SS2 の知名度が高く SS2 を使いましたと言えば、どんなモデルを使用したかについて詳しく説明の必要が無いということもあげられる。最後の点は米国の西海岸にいない我々にはあまり関係のない話ではあるがうらやましくもある。ちなみに米国東海岸のマイアミにある NMFS 南東水産研究所で資源評価を主導している研究者に SS2 は、使わないのかと聞いたところマイアミではあまり SS2 の情報が入ってこないので使わないと言われた。さらにシアトルを中心とする米国西海岸では作者の Methot が身近に居るのが大きいとの答えが返ってきた。ところで先に述べたように SS2 は AD model builder でプログラムを書き直したことによって AD Model builder が持っているデルタ法と MCMC とそれに加えてパラメトリックなブートストラップというパラメータの推定誤差の計算手段を得た。

4. Stock Synthesis II と今後のかつお・まぐろの資源評価への応用、終わりに代えて

最初の節で書いたように歴史的な経緯からか北米（カナダと米国）における ADAPT VPA 推進派と統合モデル推進派は、大西洋側と太平洋側でくっきり地理的に区分されている。ときにその対立は感情的なものも入り我々、遠洋水研でかつお・まぐろを担当する研究者はその狭間で振り回され放しである。北米の西海岸の統合モデル推進派に言わせると西海岸で統合モデルが主流なのは西海岸の研究のレベルが東海岸よりも優れているかららしい。最近のことであるが太平洋のある、まぐろの資源評価で米国の研究者が何が何でも SS2 でやりたいと“だだをこねた”ことがあった。よくよく理由を聞いてみるとそのまぐろでは ADAPT VPA 資源評価をやっていたが、西海岸の他の研究者から未だにそんな古くさいものを使っているのかと批判されるようである。もう少し客観的な見方で SS2 を含む統合モデルを推進していくべきか検討しよう。統合モデルを推奨する根拠として頻繁にあげられるのは、シミュレーションデータによるテストランで、ADAPT VPA の一種が、漁業データのみしか与えられない場合、比較対象となった Stock Synthesis や AD Model builder を用いた更に複雑なモデルよりも明らかに真の値から外れた推定結果を出していたことである(NRC1998)。しかし同じ研究で、調査データ（現存量推定等）がシミュレーションデータに含まれている場合には、ADAPT VPA は、Stock Synthesis 等の複雑なモデルと同等のパフォーマンスを示していたので Stock Synthesis II をはじめとする統合モデルが ADAPT VPA よりも決定的に優れているとは言い難い。ADAPT VPA を排斥するもう一つの理由としてあげられるのは、ADAPT VPA が、年齢別の漁獲尾数を誤差無く既知であると仮定するために、その不確実性を無視している点にある。全数サンプルでない限りサイズサンプルのサイズ組成と漁獲物全体のサイズ組成とのずれはあり得るし、年齢査定にも誤差があるかもしれない。本来、年齢別の漁獲尾数は、誤差や偏りを含みうるもので、その不確実性は資源の現存量などの推定誤差にも影響を及ぼすが ADAPT VPA では無視している。統合モデルを推奨する科学者はこの点を取り上げて、ADAPT VPA の推定誤差は過小であり不確実性を無視していると主張している。一方で SS2 のような統合モデルは、推定・固定するパラメータを含め設定するパラメータだけで多い場合には数百から数千を超えることがある。このため必要以上の数のパラメータを推定しようとすることにより推定誤差が過大になったり、逆に偏りを生じたりする弊害(overparametrization)の危険性がある。常識的なコメントをするのであれば、かつお・まぐろの場合、漁業データ以外の調査データからの資源量指数を得ることが難しいことは SS2 のような統合モデルを推進する理由になりうる。漁業データにしても日本のかつお・まぐろ漁業の生産量の国際シェアの低下や行政組織のスリム化による漁業統計データ収集体制の縮小など漁業データの精度を悪化させる様々なマイナイス要因が拡大していく中では、一方で頑健な現存資源量推定を提供するのが資源評価の目的であれば SS2 をはじめとする統合モデルにそれほど深入りする必要は無い。しかしながら資源量推定が過大である場合や推定誤差を過小評価した場合の資源管理の失敗の危険性を重視するならば、推定誤差が過小であるよりは過大で有る方が資源管理の点からは安全であるという主張もありうる。一方で現実には人的資源の制約もある。統合モデルは複雑で習熟するには、相当の時間を要する。しかも SS2 には独特の癖もあり問題なく実行するには未だ職人芸的な技術を要する。まだまだ SS2 を十分使いこなせる人材は少ない。それにも関わらず最新の流行を追いたいのが人の性なのか、かつお・まぐろでも、北太平洋のビンナ

ガ・クロマグロを中心に、インド洋のメバチといった他の大洋の資源も含め SS2 を資源評価に用いようという動きがある。実際の応用例もちらほらあるが中には稚拙と思われるものもある。その多くが SS2 の使い方に不慣れなことに起因する不適切なモデルの設定に有ると思われる。また情報が比較的良く入って来ていると思われる米国の西海岸の研究者にしても、かつお・まぐろ等の大型浮魚類に関わる研究者は多くがSS2を含めた統合型モデルにまだまだ不慣れで、それにもかかわらず SS2 をどうも最新の流行でファッショナブルだからと言うだけの理由で使いたいと喧しいので、国際会議では筆者などは怒りを通り越してあきれる場面もままある。本来、国際会議での資源評価は、参加者が使用するモデルに習熟した上でモデルを活用すべきなのに、大学の授業の実習なのかと見紛う(筆者は水産学科出身ではないので大学の水産学科でそのような実習が行われているか寡聞にして知らないが)ばかりのこともある。また SS2 自体は、実際の資源評価の様々な状況を想定して作られたモデルであるが、個別の資源特にかつお・まぐろでは SS2 で十分に取り扱えないケースもある。例えば SS2 は漁業毎に漁獲量をインプットデータとして必要とするが漁獲量統計は、日本の遠洋はえ縄は尾数の方が重量よりも正確だが、小型はえ縄、まき網、曳き縄等では重量が基本になっている。出来れば漁業によって漁獲量の単位を重量と尾数で使い分けたいが SS2 は出来ない。かつお・まぐろでは広い海域に生息するため季節・海域で体長体重関係が異なることは十分あり得るが、SS2 の中では 1 個(雌雄別のモデルの場合には雌雄毎に 1 個の計 2 個)の体長・体重関係式しか使えない。今後かつお・まぐろの資源評価で SS2 が使われるようになるには、各研究者が SS2 のモデルの構造、中身に習熟して、作者である Methot にどのように SS2 を改善して欲しいと説得力のある言葉で注文をつけていく必要があるだろう。残念ながらまだまだ遠洋水研のまぐろ研究者は筆者も含めその域には遠く及ばないようである。また VPA よりも様々な多岐にわたる情報を取り扱うことから統計モデルの当てはめの妥当性を吟味するための手法、出力のグラフィカルな表示等、今後も進歩させていく必要があるだろう。計算もブートストラップや MCMC による資源量などの推定誤差や信頼区間を正しく計算作業を短時間で出来るように多数の高速な PC を整備することも必要だろう。その上多数の PC での計算を自動で行えるようにするソフトウエアを作成することも必要かもしれない。データについても多くの国際的な漁業管理委員会では VPA を前提に年齢別漁獲尾数を作成するためのデータとして体長・体重測定によるサイズ組成データを元に、実際の漁獲量・尾数に合うように引き延ばしたサイズ別漁獲尾数データを作成しているが、生のデータに近いデータを取り扱える SS2 の利点を生かすためには、現実のサイズサンプリング回数、測定個体数、サンプリング計画に基づいてサイズ組成のばらつきを考慮できるように、サンプリングの現場の情報が分かるような形でデータが用意される様にする必要がある。また年齢査定が確実に行われている魚種についても、単に成長式のパラメータだけではなく年齢査定自身の誤差も取り込めるよう、そのような情報をもっている生物研究者とも緊密な連携を取り、場合によっては調査計画等についても注文をつけていく必要がある。例えば、かつお・まぐろのほとんどの種で年齢と成長、成熟に関する知見をとってみても資源評価に大きな影響を与えるという意味では50年前から進歩していない(ミナミマグロの年齢査定は除く)。特に、SS2 を含む統合モデルでも体長組成データだけでは、満足な推定を行うことが困難な高齢(5, 6才以上)の魚の年齢と成長に関する知見が完全に欠如している。そこに生物研究者の努力を集中してもらう必要がある。これは純粋な研究面の魅力は少ないかもしれないが、水産研究所の業務としては重要と思われる。

なお SS2 はユーザーマニュアル、モデルの詳細の記述等を含めて、以下のウエブサイトから入手可能である。

http://nft.nefsc.noaa.gov/

ここには SS2 以外にも、米国内で現に資源評価に使われているモデルがグラフィカルな操作画面をつけたアプリケーションとして提供されている。興味ある方は参考にされたい。

(熱帯性まぐろ資源部　数理解析研究室)

参考文献

Deriso, R.B., and T.J. Quinn II 1985 Catch-age analysis with auxiliary information. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42:815-824

Doubleday, W.G 1976 A least-squares approach to analyzing catch at age data. Res. Bull., Int. Comm. Northw. Atl. Fish. 12:69-81

Fournier, D. A. and C. Archibald 1982 A general theory for analyzing catch at age data. Can. J. Fish Aquat. Sci. 39: 1195-1207

Fournier, D. A., J. Hampton, and J. R. Sibert. 1998 MULTIFAN-CL: a length-based, age-structured model for fisheries stock assessment, with application to South Pacoific albacore, *Thunnus alalunga*, Can. J. Fish. Aquat. Sci 55:2105-2116

Gavaris, S. 1988 An adaptive framework for the estimation of population size. Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Comm. (CAFSAC) Research Doc. 88/29

Maunder, M. N. and G.M. Watters 2003 A-SCALA: AN AGE-STRUCTURED CATCH-AT-LENGTH ANALYSIS FOR ASSESSING TUNA STOCKS IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN, IATTC Bulletin 22-5

Methot, R.D. 1989 Synthetic estimate of historical abundance and mortality in northern anchovy. Amer. Fish. Soc. Symp. 6:66-82

Methot, R.D. 1990 Synthesis model: An adaptable framework for

analysis of diverse stock assessment data. International North Pacific Fishery Commission Bull. 50:259-277

Methot, R. 2005, Technical Description of the Stock Synthesis II Assessment Program Version 1.17 – March 2005, 54pp, 最新版は http://nft.nefsc.noaa.gov/ から入手可能

Methot, R. 2006, User Manual for the Integrated Analysis Program Stock Synthesis 2 (SS2) Model Version 1.23e Nov, 2006, 62pp, 最新版は http://nft.nefsc.noaa.gov/ から入手可能

NRC 1998 Improving fish stock assessments. Washington, D.C.: National Academy Press

Piner, K. R. Conser, H. Lee and S. Hoyle 2006 Evaluation of the use of the fully integrated length-structured stock assessment model Stock Synthesis II for use in modeling Northern Bluefin Tuna, ISC/06/PBF-WG/20

Quinn, T.J. and R. Deriso 1999 Quantitative Fish Dynamics. Oxford: Oxford University Press

Shono, H. H. Okamoto, and Y. Semba 2006 Preliminary stock assessment for bigeye tuna in the Indian Ocean using stock synthesis II (SS2) IOTC-2006-WPTT-18

馬場徳寿 2006 第1回 WCPFC 科学委員会と今後のかつお・まぐろ研究, 遠洋水研ニュース 117:6-10

平松一彦 1996 国際会議で用いられる資源評価手法について ーVPA とプロダクションモデルの現状ー. 資源管理談話会報, 15: 3-24.

平松一彦 1998 米国沿岸の資源評価・資源管理手法について. 水産資源管理談話会報, 19: 25-40.

平松一彦 2006 国際漁業委員会における VPA および関連手法について. 水産資源管理談話会報, 37.:14-33.

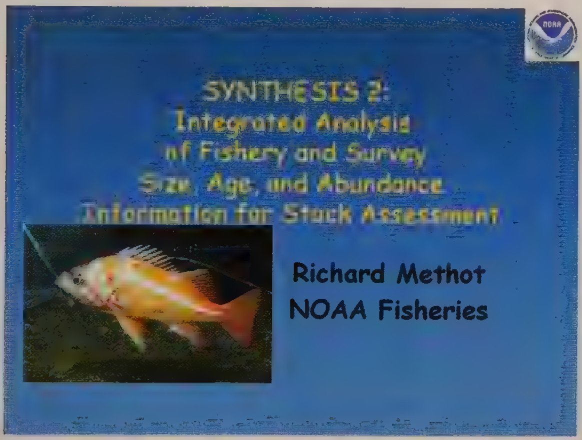


図1. SS2 の作者である Richard Methot による SS2 の紹介のプレゼンテーションの表紙

●COLUMN● 遠洋水研ローマ支所より



ローマへ来てから早くも一年以上が過ぎた。始めはすべてにおいてドタバタ、マゴマゴしていたが、いつの頃からか生活にも仕事にもそれなりのリズムと落ち着きができてきた。だいぶ慣れたかなと思ったのもつかの間、夏を過ぎる頃から仕事が加速度的に増えていき、今では完全に自転車操業状態に陥っている。

現在の所属は水産局統計・情報部門。図書と文献情報検索システム（ASFA）の運営を担当する図書・広報、データベース・ウェブサイトの開発・維持・管理を担当する情報、そして統計を始めとする情報・データの品質管理を担当する統計の 3 つのチームがある。私は統計チーム責任者で、水産統計編纂作業のとりまとめ、情報チームや水産以外の統計部門との調整、統計・データに関するありとあらゆる要請に対する窓口などが主な役割だ。

FAO 水産局では漁獲生産量、養殖生産量・額、品目別の輸出・輸入量・額について、国別統計年報を出版している。この他に公表はしていないが水産従事者数、漁船数についても情報収集を行っている。さらに農業・畜産担当の部署と連携しながら、国別の一人当たりの水産物消費量と水産物がカロリー・たんぱく質摂取に寄与している割合を推定し公表している。質問表の発送から、集計、チェック、他の情報との突合せなどなかなか大変な作業だが、すでにしっかりルーチンができあがっており担当官がきっちり仕事を仕上げてくれるので、私の出番はほとんどない。関連して内外からの統計に関する問合せ、データ照会などへの対応も、扱いの難しいものが一部まわってくるだけで、大半はチームが処理してくれる。

上記は水産局の統計だが、FAO にはこれ以外に FAO 全体の統計広報システム(FAOSTAT)が存在している。こちらも農水産物の生産・流通量と一人当たりのカロリー・たんぱく質摂取量に関する情報を提供していたが、10 月から新しいシステムに変更になった。新システムでは 1990 年以降の食糧消費を輸出入量の訂正・調整などと併せて誤差項が最小になるように自動計算モデルで推定している。新しい FAOSTAT でコアデータとして公表されているのはこの食糧摂取量の推定モデルで得られた推定値で、従来の FAO 統計数値とはまったくの別物だ。

お気づきの読者もいると思うが、この新しい FAOSTAT では水産関係の情報は 2001 年以降更新されていない。新たな輸出入・食糧摂取量同時自動推定モデルは少なくとも水産データに対しては問題が多いことから、水産局では従来通りの推計方法を維持することにしている。ところが新しい FAOSTAT ではコア部分の全データが自動推定モデルと連動しているため水産データの更新分が抜け落ちてしまっているようだ。必要データを担当部署へ提供し更新の要請を度々行っているがまだ実現されていない。緊急措置として水産データについては水産局の統計ページへ誘導するようにしてある。また同じ体裁の質問表で水産データ専用のページを作成する予定ではいるが、12 月に停止する旧システムで稼動していた機能の一部に対してまったくバックアップがされていないことが最近明らかになりその対応に追われているため、実現にはまだしばらく時間がかかりそうだ。FAOSTAT ユーザーにはご迷惑をおかけすることになるが、ご理解をお願いしたい。

ちなみに FAO のサイトは農水林業関係の情報の宝庫である。FAO 出版物、会議資料、決議等が網羅されているのは当然ながら、水産関係では魚種、漁具・漁法、法規、水産業管理手法、資源状態、各国の水産業の現状、市場データ等々、リンクも含めると膨大な量の情報が引き出せるようになっている。欲しい情報を捜し当てるのはけっして容易でないし、使い方や中身に対する説明も不充分なことが多く、使い勝手がいいとはとても言えないが、情報量の多さ、カバーしている内容が極めて多岐に亘ることについては充分誇れると考えている。おおいに活用していただければと思う。



今年のローマはすばらしい晴天続き。朝夕は冷え込むものの日中はポカポカと暖かく、毎日かかさず一度は降る雨と身体の芯までしみとおるような石造りの街の寒さに震えていた昨年が嘘のようだ。今年はヨーロッパ旅行には最高の年ですよ。そしてもしローマへ立ち寄ることがあれば、ぜひ一声かけてください。

（温帯性まぐろ資源部　部付　辻　祥子）

●COLUMN● 統計一口メモ

第 2 回：樹形モデルによる CPUE 標準化（海域層別化）

生の CPUE が持つ資源密度以外の様々な影響を取り除き、統計モデルにより資源の年変動に対応する部分を抽出する CPUE 標準化(Gavaris, 庄野 etc.)において、エリア分けは非常に重要な意味を持つ。なぜなら、区分された各々のサブエリアでは資源が均一に分布していることを仮定しており、現状とミスマッチがある場合には資源の過大推定や過小推定を引き起こすからである。

従来は時空間で区切ったセル毎に CPUE や努力量を集計し、そのパターンを目で見ながら似たような海域をまとめる主観的なエリア分けが多く行われていたが、少しでも客観性を保つためにも、筆者はこの海域層別化に樹形モデルが適用出来るのではないか、と考えている。

その理由として、樹形モデルはある基準に従ってデータセットを性質の異なる複数のサブセットに次々と分割していく手法であり、判別や回帰問題に有用なことが挙げられる(Kass)。また、確率分布形の仮定が不必要なことや欠損値に対して頑健なこと、説明要因を自動的に抽出してグループ化を行うことなども特徴的である。

また、樹形モデルの計算には R などの統計パッケージやデータマイニングツールを用いるのが一般的である。

図 1 は樹形モデルによるエリア分けの一例であり、各々のサブエリア及び線上の数字はそれぞれ CPUE 推定値と分岐の順番を表している。実際、樹形モデルでなされたグルーピングに対する妥当性評価は難しいが、私が前に行ったミナミマグロの例では、実際に使用されている統計海区と似た層別化がなされた(Shono et al−A)。

なお、CPUE 解析において樹形モデルを海域層別化のみならず標準化そのもの(CPUE の年トレンド抽出)に適用することも行われており、こちらの方が歴史は古い(Watters & Deriso)。私が提案しているのは、樹形モデルで作成されたルールにより各々の観測値に対応する CPUE 予測値を算出し、年以外の要因に対する水準の平均または総和を取ることにより CPUE 年トレンドを抽出する方法である(Shono et al.−A, Shono et al.−B)。

このように CPUE 標準化に対して有益かつ便利な樹形モデルではあるが、問題点も幾つか残されており、以下に列挙する。

1.アルゴリズム(計算メカニズム)による結果の違い
2.年や季節により異なる海区分けが得られた時の解釈
3.基準変数(応答変数)を何に設定すれば良いのか？

1 は、使用する樹形モデルのアルゴリズムにより、得られたエリア分けや CPUE 年トレンドが異なる場合の問題である。実際、代表的なアルゴリズムである CART(Breiman et al.)と CHAID(Hartigan)で結果が全く異なる場合もあり、解釈が難しいケースも存在する。

2 は、海域層別化の結果が年や季節により異なるという問題であり、これらの変数を説明要因に設定した際に起こりうる可能性がある。実際、エリア分けを 1 つに絞り込まなければならない場合も多く、そうした場合は主観に頼らざるを得ない、というのが実情である。

3 は、応答変数の設定の問題であり、例えば CPUE を基準にした時と努力量を基準にした時に異なる結果が得られた場合、どう解釈するかという問題である。基本的に、樹形モデルでは単一の基準変数を使用するが、統計ソフト R のパッケージでは複数の変数にも対応しており、今後の発展や一般への普及が期待される。

最後に、樹形モデルの分岐に際して説明要因の取捨選択を乱数に基づいて繰り返し行った Random Forest（Breiman）と呼ばれる学習理論的な方法が、予測性能の良さゆえに情報科学研究者の間で近年流行している。筆者も機会を見つけて、この斬新な方法を CPUE 解析に適用していきたい、と考えている。

（熱帯性まぐろ資源部　数理解析研究室　庄野　宏）

・参考文献

[Breiman et al.] Classification and regression trees. Wadsworth Inc., Belmont, California, 368pp. 1983

[Breiman] Machine Learning, **45**(1), 5-12, 2001

[Gavaris] Can.J. Fish. Aqua. Sci, **37**, 2272-2275, 1988

[Hartigan] Clustering algorithm. John Wiley and Sons, New York, 352pp. 1975

[Kass] Applied Statistics, **29**, 119-127, 1980

[庄野] 水産海洋研究, **68**(2), 106-120, 2004

[Shono et al-A] CCSBT-ECS/0209/38, 18pp. 2001 （みなみまぐろ保存委員会・拡大科学委員会提出文書）

[Shono et al-B] ISC/05/MARLIN-WG/_, 8pp. 2005（北太平洋におけるまぐろ類およびまぐろ類類似種に関する暫定科学委員会・マカジキ作業部会提出文書）

[Watters & Deriso] IATTC Bull. **21**(8), 531-571, 2000

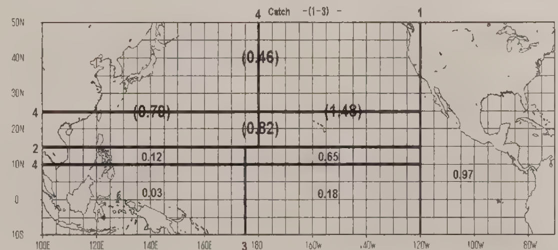


図 1 北太平洋マカジキ資源の海域層別化（Shono et al−B）

●*Publication*●

刊行物ニュース(平成 18 年 4 月～平成 18 年 10 月)

(下線を付けた著者は遠洋水産研究所の研究者を示す)

学術雑誌・書籍等

Carr, M.-E., Friedrichs, M. A. M., Schmeltz, M., Aita, M., Antoine, D., Arrigo, K. R., Asanuma, I., Aumont, O., Barber, R., Behrenfeld, M., Bidigare, R., Buitenhuis, E. T., Campbell, J., Ciotti, A., Dierssen, H., Dowell, M., Dunne, J., Esaias, W., Gentili, B., Gregg, W., Groom, S., Hoepffner, N., Ishizaka, J., Kameda, T., LeQuéré, C., Lohrenz, S., Marra, J., Mélin, F., Moore, K., Morel, A., Reddy, T. E., Ryan, J., Scardi, M., Smyth, T., Turpie, K., Tilstone, G., Waters, K., Yamanaka, Y.(2006): A comparison of global estimates of marine primary production from ocean color. Deep Sea Research Part II,53:p741-770

Chow, S., Yamada, H., Suzuki, N.(2006): IDENTIFICATION OF MID- TO FINAL STAGE PHYLLOSOMA LARVAE OF THE GENUS PANULIRUS WHITE, 1847 COLLECTED IN THE RYUKYU ARCHIPELAGO. Crustaceana, 79(6):p745-764

Chow, S., Nakagawa, T., Suzuki, N., Takeyama, H. and Matsunaga, T.(2006): Phylogenetic relationships among Thunnus tuna species inferred from rDNA ITS1 sequences. Journal of Fish Biology,68 Suppl.A:p24-35

Chow, S., Suzuki, N., Imai, H. and Yoshimura, T.(2006): Molecular species identification of spiny lobster phyllosoma larvae of the genus Panulirus from the northwestern Pacific. Marine Biotechnology, 8:p260-267

Hoshino, K., Amaoka, K.(2006): New record of the rare flounder Bothus swio (Pleuronectiformes:Bothidae) from the eastern Indian Ocean (Northwest Australia) with consideration on its genetic affiliations. Cybium,30(1):p35-39

Hoshino, K.(2006): Fixing the confused term "pseudomesial bar" and homologies of pleuronectiform cranial element, with proposals of new terms. Ichthyological Research,53(4):in press

Ichii, T., Mahapatra, Okamura, H., Okada, Y.(2006): Stock assessment of the autumn cohort of neon flying squid (Ommastrephes bartramii) in the North Pacific based on past large-scale high seas driftnet fishery data. Fisheries Research,78:p286-297

Kawahara, S., Naganobu, M.(2006): 遠洋底引き網漁業.水産大百科事典,p253-255

Kitagawa, T., Kimura, S., Nakata, H., Yamada, H.(2006): Why do young Pacific bluefin tuna repeatedly dive to depths through the thermocline? Fisheries Science, in press

Kiyota, M.(2006): 海鳥類.水産大百科事典,p91-94

Konishi, K., Suzuki, N. and Chow, S.(2006): A late-stage phyllosoma larva of the spiny lobster Panulirus echinatus Smith, 1869 (Crustacea: Palinuridae) identified by DNA analysis. Journal of Plankton Research, 28:p841-845

Plaza, G., Honda, H., Sakaji, H., Nashida,K.(2006): Patterns of growth in the early life history of the round herring *Etrumeus teres*. Journal of Fish Biology 68 : p.1421-1435

Suzuki, N., Murakami, K., Takeyama, H. and Chow, S.(2006): A molecular attempt to identify prey organisms of lobster phyllosoma larvae. Fisheries Science, 72:p342-349

Suzuki, N., Murakami, K., Takeyama, H. and Chow, S.(2006): Eukaryotes from the hepatopancreas of palinurid lobster phyllosoma larvae. Proceedings of the International Workshop on Spiny Lobster Seed production Technology, in press

Tanaka, Y., Satoh, K., Iwahashi, M., Yamada, H.(2006): Growth-dependent recruitment of Pacific bluefin tuna Thunnus orientalis in the northwestern Pacific Ocean. MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES, 319:p225-235

Yamada, H., Takagi, N., Nishimura, D.(2006): Recruitment abundance index of Pacific bluefin tuna using fisheries data on juveniles. Fisheries Science, 72:p333-341.

Yokota, K., Kiyota, M., Minami, H.(2006): Shark catch in a pelagic longline fishery: Comparison of circle and tuna hooks. Fisheries Research, 81:p337-341

Yokota, K., Tokai, T.(2006): Performance Evaluations of a Developed Girth-Measurement Device. Fisheries Engineering,43(2):p161-166

Watanabe, H., Kubodera, T., Kawahara, S.(2006): Summer feeding habits of the Pacific pomfret Brama japonica in the transitional and subarctic waters of the central North Pacific. Journal of Fish Bioligy,68:p1436-1450

Watanabe, H., Kubodera, T., Moku, M., Kawaguchi, K.(2006): Diel vertical migration of squids in the transition region of the western North Pacific. Marine Ecology Progress Series,315:p187-197

Wakabayashi, T., Suzuki, N., Sakai, M., Ichii, T., Chow, S.(2006): Identification of ommastrephid squid paralarvae collected in northern Hawaiian waters and phylogenetic implications for the family Ommastrephidae using mtDNA analysis. Fisheries Science,72(3):p494-502

市川忠史・瀬川恭平・寺崎 誠(2006):VPR IIを用いた親潮域および黒潮・親潮移行域中表層におけるクラゲ類, クシクラゲ類の現存量および鉛直分布特性.水産海洋研究,70(4):p240-248

伊藤進一(東北水研)・筧茂穂(東北水研)・宮澤泰正(JAMSTEC)・小松幸生(中央水研)・清水学(中央水研)・植原量行・瀬藤聡(中央水研) 角田智彦(三菱総研)・鹿島基彦(東北水研)・平井光行(東北水研)・日下彰(北水研)(2006): 海況予測モデル JCOPE による黒潮続流と親潮第一分枝の予測精度. 東北底魚研究,25:p95-107

稲掛伝三(2006): 大規模気象現象と海洋の関係. 水産大百科辞典,p32-37

植原量行・伊藤進一(東北水研)・清水学(中央水研)・角田智彦(三菱総研)・筧茂穂(東北水研)・秋山秀樹(中央水研)・日下彰(北水研)・瀬藤聡(中央水研)・小松幸生(中央水研)・亀田卓彦(2006): リアルタイムデータ流通構想.月刊海洋,38(7):p515-518

植原量行・宮澤泰正(JAMSTEC)・小松幸生(中央水研)・瀬藤聡(中央水研)(2006): モデルの性能と特性.月刊海洋,38(7):p467-474

日下彰(北水研)・小松幸生(中央水研)・宮澤泰正(JAMSTEC)・伊藤進 -(東北水研)・植原量行・瀬藤聡(中央水研)・筧茂穂(東北水研)・鹿島基彦(東北水研)・清水学(中央水研)・秋山秀樹(中央水研)・平井光行(東北水研)(2006): 親潮域における水産機関定線データの導入効果.月刊海洋,38(7):p480-485

小松幸生(中央水研)・瀬藤聡(中央水研)・宮澤泰正(JAMSTEC)・伊藤進一(東北水研)・植原量行・日下彰(北水研)・筧茂穂(東北水研) 鹿島基彦(東北水研)・清水学(中央水研)・秋山秀樹(中央水研)・平井光行(中央水研)(2006): JCOPE のデータ同化の性能と特性. 月刊海洋,38(7):p460-466

清水学(中央水研)・小松幸生(中央水研)・植原量行・瀬藤聡(中央水研)・宮澤泰正(JAMSTEC)・日下彰(北水研)・伊藤進一(東北水研)・筧茂穂(東北水研)・平井光行(東北水研)(2006): 数値漁海況予報を目指して---数値モデルによる黒潮域の卵稚仔漁輸送---. 黒潮の資源海洋研究,7:p59-65

清水学(中央水研)・小松幸生(中央水研)・瀬藤聡(中央水研)・宮澤泰正(JAMSTEC)・植原量行・伊藤進一(東北水研)・日下彰(北水研) 筧茂穂(東北水研)・秋山秀樹(中央水研)・平井光行(東北水研)(2006): 黒潮域における水産機関定線データの導入効果. 月刊海洋,38(7):p493-497

庄野宏(2006): モデル選択手法の水産資源解析への応用－情報量規準とステップワイズ検定の取扱い－.計量生物学,27(1):p55-67
庄野宏・椿広計(2006): ニューラルネットワークによる水産資源解析－CPUE予測と要因分析の試み－.計量生物学.27(1):p35-53
瀬藤聡(中央水研)・小松幸生(中央水研)・宮澤泰正(JAMSTEC)・清水学(中央水研)・植原量行・伊藤進一(東北水研)・筧茂穂(東北水研)
日下彰(北水研)・鹿島基彦(東北水研)・秋山秀樹(中央水研)・平井光行(東北水研)(2006): 水産機関定線データの効果的な導入に必要なデータ同化の改編について.月刊海洋,38(7):p498-507
渡邊光・李雅利(水大校)(2006): 深海魚ハダカイワシ科魚類の生態.
魚類生態学入門一渓流から深海まで、魚の棲みかのインターアクション,p177-197

学会・研究集会等

平成 **18** 年度日本水産学会春季大会
石森博雄・吉野哲夫・星野浩一・張 成年・佐藤圭介(2006): 琉球列島から得られたカタクチイワシ科タイワンアイノコイワシ *Encrasicholina punctifer* の仔稚魚
大原一郎・村田裕子・小林敬典・高嶋康晴・星野浩一(2006): 魚名ガイドラインに基づく mtDNA チトクローム b 部分塩基配列の網羅的決定
甲斐あや(京大フィールド研セ)・田中庸介・佐藤圭介・宮下 盛・村田 修(近大水研)・田中 克(京大フィールド研セ)(2006): クロマグロ仔魚の耳石輪紋による初期成長履歴と生残過程の検討
庄野 宏・椿 広計(2006): Tweedie モデルによる混獲データの CPUE 解析.
鈴木伸明・中立元樹・張 成年・岡本浩明・伊藤智幸・黒田啓行・辻 祥子(2006): ミトコンドリア DNA 塩基配列分析に基づくミナミマグロ種内の遺伝的変異性.
田中寛繁・渡邉 光・米崎史郎・青木一郎(2006): 同所分布するマイワシ・カタクチイワシの摂餌生態の比較
田中庸介・毛利雅彦(水大校)・山田陽巳(2006): 日本海におけるクロマグロ稚魚の水平分布
田中庸介(2006): 初期発育における耳石・核さん含量の変化
星野浩一・佐藤圭介・張 成年・田中庸介(2006): 八重山諸島から得られた仔稚魚について.
星野浩一・鈴木伸明・佐藤圭介・張 成年・岡本浩明(2006): 八重山諸島沖から得たムロアジ属魚類仔稚魚 2 種の形態および DNA に基づく分類
松田龍信・山根 猛(近大農)・山田陽巳・毛利雅彦(水大校)(2006): 太平洋におけるマグロ延縄漁業の漁場変動
2006 年度日本海洋学会春季大会
市川忠史・瀬川恭平(2006):VPR によるゼラチン質プランクトン現存量の把握
植原量行(2006): 表層渦位極小水塊の鉛直構造の比較.
日下彰(北水研)・伊藤進一(東北水研)・植原量行・川崎康寛(北水研)(2006): 係留系を用いた A-line における親潮絶対流量の算出
2006 年度日本海洋学会秋季大会
植原量行・亀田卓彦・伊藤進一(東北水研)・筧茂穂(東北水研)(2006): 黒潮続流南側再循環域の冬季海洋観測結果.
亀田卓彦・小松幸生(2006): 衛星データと漂流ブイデータを用いたクロロフィル変動の解析.
森康輔・植原量行・亀田卓彦(2006): 黒潮源流域表層における乱流エネルギー散逸率の測定
渡邉侑子(海洋大) ・澤本彰三(東海大海洋) ・石丸隆(海洋大)・林倫成・瀧憲司・永延幹男(2006): ロス海の東経 175 度観測線 0-200m 層におけるカイアシ類の分布(水産庁開洋丸第 9 次南極海調査.
平成 **18** 年度イカ類資源研究会議
渡邉光・窪寺恒己 (科博)・酒井光夫・一井太郎・清藤真樹 (青森県庁)(2006): 秋期一春期における三陸沖のアカイカの食性と成熟段階.
日本哺乳類学会 **2006** 年度大会
渡邉 陽・大泉 宏・盛田祐加・木白俊哉(2006): Feeding habits of short-finned pilot whales (*Globicephara macrorhynchus*), caught off Sanriku coast northern Japan, in autumn.
日本地球化学会年会大会
亀山宗彦・井口剛一郎・中川書子・角皆潤（北大）・蒲生俊敬（東大）・野入善史（マリン・ワーク・ジャパン）・永延幹男(2006): 南極・ロス海における亜表層過飽和メタン増大の欠如.
North Pacific Marine Science Organization Fifteenth Annual Meeting Program Abstracts
小松幸生・中田薫・亀田卓彦(2006): 3D modleing of size-dependent variation of phyto- and zooplankton biomass caused by advective processes around the Kuroshio and the Kuroshio Extenxion.
2006 年度 国際漁業研究会シンポジウム
Nishida, T., G, Meaden., Itoh, K.(2006): Application of Geographical Information Systems (GIS) to Fisheries Resources Management: Current Situation and Prospects.
IFREMER（フランス国立海洋研究所）インド洋メカジキ系群構造研究計画シンポジウム
Nishida, T., Shiba, Y., Suzuki, N., Nakadate, M., Ishikawa, S., Chow, S.(2006): Consideration on sampling methods for tissue collection in the IFREMER swordfish stock structure study by the genetic analyses.
平成 **18** 年度中西部太平洋カツオ・マグロ資源適正管理促進委託事業第 1 回ロボットオブザーバーシステム開発検討会
西田 勤(2006): 無人漁業オブザーバーシステムの現状(II)
第 **2** 回バイオロギング研究会シンポジウム **in 2006** 「宇宙から観たクジラの水中生態」
木白俊哉・南川真吾(2006): 南西部日本沿岸におけるニタリクジラの衛星追跡.
松永浩昌(2006): ジンベエザメの回遊を探る衛星追跡.
日本プランクトン学会
市川忠史・瀬川恭平・清沢弘志・古澤一思・寺崎 誠(2006):マクロ動物プランクトンの個体数密度把握における VPR II と MOCNESS との比較－クラゲ類・クシクラゲ類に対する VPR II の有効性－

国際会議提出文書

A. Langley., Okamoto, H., P. Williams., Miyabe, N., K. Bigelow.(2006): A summary of the data available for the estimation of conversion factors (Processed to whole fish weights) for yellowfin and bigeye tuna. WCPFC-SC2-ME-IP3
Itoh, M., Minami, H., Watanuki, Y.(2006): Quick prey switching in a seabird: seasonal changes of diet for adults and chicks of Rhinoceros Auklets. PICES 15th Annual Meeting
Itoh, M., Minami, H., Watanuki, Y.(2006): Quick prey switching in a seabird: seasonal changes of diet for adults and chicks of Rhinoceros Auklets.

PICES 15th Annual Meeting
Inagake, D., Yonezaki, S., Nagashima, H., Murase, H., Kawahara, S.(2006): Oceanographic condotions in the coastal survey of JARPN II off Sanriku, northeastern Japan, in April 2005. IWC/SC/58/O9 Appendix 2
Kawahara, S., Murase, H., Watanabe, H., Yonezaki, S., Shimizu, D.(2006): Offshore prey species survey of JARPN II in 2005. IWC/SC/58/O10 Appendix 1
Kishiro, T., Kato, H., Yoshida, H., Miyashita, T., Ryono, T., Tabata, S., Yasui, K., Sato, H., Morita, Y., Kumagaya, K., Tokuda, D., Nakai, K., Funabashi, N., Ebiui, T., Wakatsuki, T., Sakaguchi, M., Houhana, T., Nishiwaki, S., Kawahara, S.(2006): Cruise report of the Second phase of the Japanese Whale Research Program under Special Permit in the western North Pacific (JARPN II) in 2005 – Coastal component off Kushiro. IWC/SC58/O10
Kiyota, M.(2006): Brief summary of mitigation measures to reduce incidental catch of seabirds in Japanese tuna longline fishery. Seabird Bycatch Mitigation in Pelagic Longline Fisheries Workshop,p1-6
Kiyota, M., Minami, H.(2006): Summary of Japanese Activities for the Mitigation of Incidental catch of Seabirds and Sea Turtles in Longline Fishery. IATTC Working group on bycatch 5th Meeting
Kiyota, M.(2006): Summary of Japanese activities for the management of pelagic sharks and for the mitigation of incidental catch of seabirds and sea turtles in longline fishery. IOTC-2006-WPBy
Matsumoto, T., Okamoto, H., Toyonaga, M.(2006): Behavioral study of small bigeye, yellowfin and skipjack tunas associated with drifting FADs using ultrasonic coded transmitter in the central Pacific Ocean. WCPFC-SC2-FT-IP8
Matsunaga, H., Okamoto, H., Uosaki, K., Satoh, K., Senba, Y., Miyabe, N.(2006): NationalTuna Fishery Report Japan. WCPFC Scientific Comittee Second Regular Session
Matsunaga, H., Hosono, T., Shono, H.(2006): Analysis of Longline CPUE of Major Pelagic Shark Species Collected by Japanese Research and Training Vessels in the Pacific Ocean. WCPFC Scientific Comittee Second Regular Session
Minami, H., Yokota, K., Kiyota, M.(2006): Effect of Circle Hooks and Feasibility of de-hooking Devices to Reduce Incidental Mortality of Sea Turtles in the Japanese Longline Fishery. WCPFC Scientific Comittee Second Regular Session
Miyashita, T.(2006): Cruise report of the IO sighting survey in the Northern sea of Japan in 2005 with special reference to g(0). IWC/SC/58/NP4
Miyashita, T.(2006): Cruise report of the sighting survey in the waters east of the Kuril Islands and the Kamchatka Peninsula in 2005. IWC/SC/58/NP5
Miyashita, T., Shimada, H.(2006): Plan for the sighting surveys in the western North Pacific in 2006 summer. IWC/SC/58/NP6
Naganobu, M., Kutsuwada, K.(2006): Time series of Drake Passage Oscillation Index (DPOI) from 1952 to 2006, Antarctica. CCAMLR WG-EMM-06/13
Naganobu, M.(2006): Report of the workshop on management procedures. CCAMLR WG-EMM-06/40
Naganobu, M.(2006): Report of the meeting of the working group on Ecosystem monitoring and management. SC-CAMLR-XXV/3
Nishida, T., Shiba, Y.(2006): Stock assessment of swordfish (*Xiphias gladius*) in the Indian Ocean by A Stock-Production Model Incorporating Covariates(ASPIC). IOTC-2006-WPB-06
Nishida, T., S-P, Wang.(2006): Standardization of swordfish(*Xihias gladius*)CPUE of the Japanese tuna longline fisheries in the Indian Ocean(1975-2004). IOTC-2006-WPB-07
Nishida, T., Shono, H.(2006): Updated stock assessment of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) resource in the Indian Ocean by the age structured production model(ASPM) analyses (1960-2004). IOTC-2006-WPTT-22,add1, add 2, add 3, add 4
Nishida, T., Shiba, Y.(2006): Report of the predation survey by the Japanese commercial tuna longline fisheries. IOTC-2006-WPTT-23
Nishida, T., Fujiwara, S., S, Adam.(2006): Species identification of swimming crabs fed by yellowfin tuna (YFT) during its high catch periods (2003-2004) in the western Indian Ocean. IOTC-2006-WPTT-INF05
Nishida, T(2006): Workshop on Predation in tuna longline fisheries. IOTC-SC-2006-INF14
Nishida, T., Okamoto, H.(2006): National Report of Japan 2005. IOTC-SC-2006-INF08
Nishida, T., Uchida, K.(2006): Report of Fisheries Resource Management Course in 2005 (FRMC 2005). IOTC-SC-2006-INF13
Okamoto, H., Shono, H.(2006): Japanese longline CPUE for bigeye tuna in the Indian Ocean up to 2004 standardized by GLM applying gear material information in the model. IOTC-2006-WPTT-17
Okamoto, H.(2006): Short note on the Japanese longline gear configuration as targeting index. IOTC-2006-WPTT-32
Okamoto, H., Nishida, T.(2006): National Report of JAPAN, 2006. IOTC-2006-SC-INF08
Okamoto, H.(2006): Standardized Japanese longline CPUE for bigeye tuna in the Atlantic Ocean from 1961 up to 2005. SCRS/2006/164
Okamoto, H.(2006): Standardized Japanese longline CPUE for yellowfin tuna on the Atlantic Ocean from 1965 up to 2005. SCRS/2006/165
Satoh, K.(2006): National report of Japan. SCRS/2006
Saito, H., Tanabe, T., Koyama, S., Uosaki, K.(2006): Report of 2006 research cruise by R/V Shoyo-maru for albacore in the north-western Pacific. ISC Albacore Working Group stock assessment meeting
Shono, H., Okamoto, H., Senba, Y.(2006): Preliminary stock assessment for bigeye tuna in the Indian Ocean using Stock Systhesis II (SS2). IOTC-2006-WPTT-18.
S-P, Wang., S-K, Chang., Nishida, T., S-L, Lin.(2006): CPUE standardization of Indian Ocean swordfish from Taiwanese longline fishery for Data up to 2003. IOTC-2006-WPB-09
Takahashi, N., Itoh, T. (2006): Summary of fisheries indicators in 2006. CCSBT-ESC/0609/40
Takahashi, N., Kurota, H.(2006): Some considerations of SRP tagging. CCSBT-ESC/0609/43
Takahashi, N.(2006): Future Use of "ST windows" index calculated by a new method. CCSBT-ESC/0609/47
Tamura, T., Otani, S., Kiwada, K., Mori, M., Konishi, K., Isoda, T., Wada, A., Ogihara, M., Hasegawa, A., Kumagai, S., Komatsu, W., Hayasaka, K., Fukumoto, K., Kasai, H., Koyanagi, T., Nagamine, M., Shiozaki, M., K.A. Zharikov., N.A. Jong-Hun., Ogawa, T., Watanabe, H., Yonezaki, S., Inagake, D., Kawahara, S.(2006): Cruise report of the Japanese whale research program under special permit in the western NorthPacific-phase II (JARPN II) in 2005 (part 1)-offshore component-.IWC/SC/58/O8
Uosaki, K(2006): A review of Japanese albacore fisheries in the North Pacific. ISC Albacore Working Group stock assessment meeting
Uosaki, K(2006): Age specific abundance index for albacore caught by the Japanese pole-and-line fishery, 1972-2005. ISC Albacore Working Group stock assessment meeting
Uosaki, K(2006): Summary on archival tagging for North Pacific albacore, 2005-2006. ISC Albacore Working Group stock assessment meeting
Yokota, K., Kiyota, M.(2006): Preliminary Report of Side-Setting Experiments in a Large Sized Longline Vessel. WCPFC Scientific Comittee Second Regular Session
Yokota, K., Kiyota, M., Minami, H.(2006): Shark Catch in a Pelagic Longline Fishery: Comparison of Circle and Conventional Tuna Hooks. WCPFC Scientific Comittee Second Regular Session
Yokota, K., Kiyota, M., Minami, H.(2006): Measurement-Points Examination of Circle Hooks for Pelagic Longline Fishery to Evaluate Effects of Hook Design. WCPFC Scientific Comittee Second Regular Session
Yonezaki, S., Nagashima, H., Murase, H., Nagaki, T., Shimizu, D., Kawahara, S.(2006): 2005 coastal prey species survey of JARPN II off Sanriku. IWC/SC/58/O9 Appendix 1

Watanabe, H., Kubodera, T., Moku, M.(2006): Diel vertical migration of squid in the Kuroshio-Oyashio transition region. PICES
Watanabe, K., Uosaki, K.(2006): Update of catch-at-age of albacore caught by the Japanese fisheries in the North Pacific, 1966-2005. ISC Albacore Working Group stock assessment meeting
Watanabe, K., Uosaki, K., Ichinokawa, M.(2006): Standardization of age specific abundance index for North Pacific albacore caught by the Japanese large and small longline fisheries, 1966-2005: Improvement of general liner model. ISC Albacore Working Group stock assessment meeting
Watanabe,K., Uosaki, K., Takeuchi, Y.(2006): Considerations in extreme decline of abundance indices for North Pacific albacore from the Japanese longline fishery observed from 2001 to 2004. ISC Albacore Working Group stock assessment meeting
Watanabe, K., Uosaki, K.(2006): Classification of horizontal habitats of North Pacific albacore to derive abundance index from considering temporal fluctuations in catch per unit effort and effort, and their geographic distributions. ISC Albacore Working Group stock assessment meeting
Watanabe, K., Uosaki, K., Kokubo,T., P. Crone, A. Coan., C.-C. Hsu(2006): Revised practical solutions of application issues of length-weight relationship for the North Pacific albacore with respect to the stock assessment. ISC Albacore Working Group stock assessment meeting

その他

Nishida, T(2006): SEAFO(南東大西洋漁業機関)海域および大西洋におけるフラッギング協定に関わる漁業実態把握のための情報収集(No.5). 水産庁委託事業報告書.
西田 勤, 大八木 敏博.(2006): 海外における漁業オブザーバープログラム実態調査報告書(第6編)一東アジア(中国、韓国、台湾)における事例一 水産庁委託事業報告書
西田 勤(2006): 海外における漁業オブザーバープログラム実態調査報告書(第7編)(総集編)水産庁委託事業報告書
Nishida, T., G, Meaden., Itoh, K.(2006): Application of Geographical Information Systems (GIS) to Fisheries Resources Management: Current Situation and Prospects. 國際漁業学会:第1回日台漁業経済開発セミナー講演要旨集
西田 勤(2006): 第5回(インドネシアサンプリングプログラム)運営委員会 および 第4回(IOTC-OFCF まぐろ漁業統計改善事業)合同委員会報告書
市川忠史・瀬川恭平(2006):VPR によるゼラチナスプランクトン分布把握手法の開発.平成17年度農林水産技術会議委託プロジェクト研究「海洋生物資源の変動要因の解明と高精度予測技術の開発」研究報告
尾崎宏和・小畑元・蒲生俊敬・永延 幹男(2006): 南太平洋〜ロス海における深層海水の性質の長期変動—地球温暖化による可能性—. 白鳳丸・淡青丸成果発表会
亀田卓彦(2006): 日本周辺海域における植物プランクトン現存量と基礎生産量の季節・経年変動の把握. 平成17年度資源動向要因分析調査報告書
亀田卓彦(2006): 海洋生態系研究への取り組み --資源動向要因分析調査におけるリモートセンシング課題について--.平成 17 年度水産総合研究センター, 宇宙航空研究開発機構共同研究発表会成果報告書
川原重幸・山本智英(日本海洋)・梅木彩(日本海洋)・渡邉光・米崎史郎・村瀬弘人(日鯨研)(2006): 2005年釧路沖鯨類等餌環境調査. 平成17年度水産庁委託事業多魚種資源管理調査報告書
木白俊哉(2006): ハクジラ類の資源管理に向けて-ツチクジラの系群識別-. FRA ニュース,7:p26
窪寺恒己 (科博)・渡邉光(2006): 北西太平洋移行域におけるヨシキリザメ若体の春と夏の食性比較. 平成 17 年度水産庁委託事業多魚種資源管理調査報告書
近藤 忍・松本隆之(2006): マグロ類回遊行動生態調査. 平成16年度沖縄県水産試験場事業報告書
庄野 宏(2006): 統計モデルとデータマイニング手法の水産資源解析への応用. 筑波大学審査学位論文
梨田一也・本多 仁・阪地英男・三谷卓美・平井一行・上原伸二(2006):足摺岬周辺海域及び伊豆諸島海域で実施した標識放流調査によるゴマサバの移動・回遊. 水産総合研究センター報告, 17:p1-15.
山田陽己(2006):握り寿司における極上の寿司ネタ クロマグロについて〜クロマグロの生態・資源・蓄養. SuShimizu 世界寿司フォーラム準備会のための第14回勉強会講演
山田陽己(2006):大回遊するクロマグロ.FRA ニュース,8:p8-9
山田陽己・境 磨(2006): まぐろ類の資源評価上、求められる蓄養漁業の透明性. 第16回クロマグロ養成技術交流会会議資料
横田耕介・南 浩史・清田雅史(2006): 浮延縄漁業で利用可能なサークルフック(ねむり釣針)の形状比較に向けた測定部位に関する検討. 水産総合研究センター研究報告,17:p83-102
横田耕介(2006): 海亀から釣針を外すための器具. FRA ニュース,7:p22
米崎史郎・清田雅史・高橋孝太郎(2006): 日本語字幕監修. BBC シリーズ ワイルドライフ「アニマル・カメラ」シリーズ 「海の動物たち」
米崎史郎・村瀬弘人(日鯨研)・永島宏(宮城水研セ)・川原重幸(2006): 2005年仙台湾周辺海域鯨類餌環境調査. 平成17年度水産庁委託事業多魚種資源管理調査報告書
渡邉光・米崎史郎・川原重幸・村瀬弘人(日鯨研)・清水大介(北大)(2006): 2005年鯨類等高次捕食者の餌環境調査(沖合調査). 平成17年度水産庁委託事業多魚種資源管理調査報告書
渡邉光(2006): 胃の残留物から食生活を調べる−北太平洋の魚類116種の耳石同定マニュアルをホームページに公開−. FRA ニュース,5:p29
渡邉光(2006): 黒潮域と黒潮・親潮移行域におけるカツオの食性−2004年の調査結果−. 平成16年度サンマ関係資源評価調査成果報告書 第54回サンマ等小型浮魚資源研究会議報告
渡邉光・窪寺恒己 (科博)(2006): 黒潮と黒潮続流域における大型捕食者の食性. 平成17年度水産庁委託事業多魚種資源管理調査報告書

遠洋水研の魚を描く


©Asano Kengo

アルゼンチンマツイカ ***Illex argentinus*** :

別名アルゼンチンイレックス、または単にマツイカと呼ばれる。1990 年代後半には日本のスルメイカをしのぐ量が漁獲されていたが、今は昔のこととなりつつある。

このマツイカは、浅野研吾画伯自ら参加した開洋丸「日ア共同マツイカ調査」の航海中に釣獲され、揺れる居室に生きたイカを持ち込み、わずか数時間で描き上げられた3枚のうちの一つである。もう一枚は私の手元に、もう一枚はアルゼンチンの美人の研究者に送られたとのこと。浅野画伯のタッチついては、すでに『遠洋』(116 号、117 号)でカツオとクロマグロが紹介されているので改めて述べる必要もないが、その精緻さが特徴である。以前、氏の描いたニジマスを見せてもらった。私はその絵を見て思わず、「浅野さん、養殖のニジマスを描いてはダメだよ」と言ってしまった。彼は見たものそのものを描くため、養殖のニジマスも野生のものとしては描かない。このマツイカにも誤魔化しをしない氏の実直な性格が表れている。 **(絵:浅野研吾、文:酒井光夫 外洋いか研究室)**

それでも地球は動いている
〔編集後記〕

平成 19 年の新春を迎え「遠洋リサーチ&トピックス」第 2 号を発行することとなりました。今回は、水産庁調査船開洋丸によるアルゼンチンマツイカの調査概要をはじめ鯨類、まぐろ類の興味深い研究情報を掲載できたと考えております。

本年も遠洋資源関係を巡っては多くの動きがあると思われます。まぐろ類では、1 月に開催される全大洋のまぐろ関係の漁業委員会が始めて一同に会し、今後のまぐろ資源・漁業の管理についての話し合いが行われます。これは、まぐろ資源の国際管理の新たなページを開くこととなるもので、研究サイドからも大いに期待しているところです。

鯨類でも 5 月にアンカレジで IWC 会合が開催され、捕鯨再開に向けた熱い議論が交わされることでしょう。

本年は、遠洋水産研究所設立 40 周年に当たる年でもあります。激動の遠洋漁業を研究面で支えてきた遠洋水研の歴史を振り返り、これからの遠洋資源研究のあり方を考える意義のある記念事業の企画を模索中であります。過去のみを振り返るのではなく、あくまでも未来志向の企画をと考えております。

(業務推進部長 魚住 雄二)

発行：独立行政法人　水産総合研究センター
編集：独立行政法人　水産総合研究センター
遠洋水産研究所
〒424-8633 静岡県静岡市清水区折戸5丁目 7 番 1 号
電話　(0543)-36-6000
FAX　(0543)-35-9642
ホームページ　http://www.enyo.affrc.go.jp
E-mail　www-enyo@fra.affrc.go.jp

FRA Fisheries Research Agency

R100 PRINTED WITH SOY INK この冊子は資源保護のため再生紙を使用し、環境にやさしいアロマフリータイプ大豆油インキＴＫハイエコーSOYで印刷していま